



71 Anmelder:
ITT Automotive Europe GmbH, 60488 Frankfurt, DE

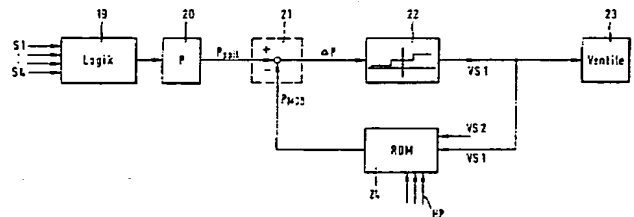
72 Erfinder:
Alberg, Verena, 60488 Frankfurt, DE; Kolbe,
Alexander, 64846 Groß-Zimmern, DE; Honus, Klaus,
60439 Frankfurt, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 42 08 581 A1
DE 40 30 724 A1
DE 38 09 100 A1
DE 36 39 862 A1
DE 36 38 866 A1
DE 36 20 386 A1
DE 35 45 676 A1
DE 35 02 276 A1
WO 85 02 590

54 Schaltungsanordnung für eine Bremsanlage mit elektronischer Regelung

57 Eine Schaltungsanordnung für eine Bremsanlage mit elektronischer Regelung, wie Blockierschutz- oder Antriebs-schlupfregelung, ist mit Sensoren (S1 bis S4) zur Ermittlung des Raddrehverhaltens und mit einer elektronischen Schaltung zur Auswertung der Sensorsignale und zur Erzeugung von Bremsdruck-Steuersignalen, die zur Ansteuerung von Hydraulikventilen dienen, ausgerüstet. Es sind Schaltkreise (19, 20) vorhanden, die den Sollbremsdruck (P_{soll}) in den Radbremsen der geregelten Räder (HL, HR, VL, VR) in Abhängigkeit von dem Raddrehverhalten ermitteln. Außerdem ist ein zweiter, untergeordneter Regelkreis (21, 22, 24) vorhanden, in dem der Sollbremsdruck (P_{soll}) mit dem Istbremsdruck oder einem dem Istdruck angenäherten Wert (P_{MOD}) verglichen wird. Die Differenz (ΔP) zwischen dem Solldruck (P_{soll}) und dem angenäherten Istdruck (P_{MOD}) wird bestimmt, und es werden die Signale zur Ansteuerung der den geregelten Rädern zugeordneten Hydraulikventile in Abhängigkeit von der Druckdifferenz (ΔP) erzeugt.



Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltungsanordnung für eine Bremsanlage mit elektronischer Regelung, insbesondere mit Blockierschutz-, Antriebsschlupf- oder Fahrstabilitätsregelung, mit Sensoren zur Ermittlung des Raddrehverhaltens und mit einer elektronischen Schaltung zur Auswertung der Sensorsignale und zur Erzeugung von Bremsdruck-Steuersignalen, die elektrisch betätigbaren Hydraulikventilen zugeführt werden und mit denen der Bremsdruck in den Radbremsen in Abhängigkeit von dem Raddrehverhalten gesteuert wird.

Elektronisch geregelte Bremsanlagen sind in vielfältiger Ausführung bekannt. Blockiergeschützte Bremsanlagen (ABS) gehören heutzutage zur Standardausführung von PKW der mittleren und gehobenen Klasse. Bremsanlagen mit Antriebsschlupfregelung (ASR) durch Bremseneingriff (BASR) und Fahrstabilitätsregelungssysteme gewinnen an Bedeutung.

Bei den bekannten hydraulischen Bremsanlagen mit elektronischer Regelung wird bekanntlich der Bremsdruck in den Radbremsen der geregelten Räder mit Hilfe von Hydraulikventilen, die in den Bremsdruckleitungen eingefügt sind und elektrisch gesteuert werden, derart moduliert, daß weder beim Bremsen noch beim Anfahren oder Beschleunigen ein zu hoher Radschlupf entsteht. Die Bremsdruckregelung ist dabei abhängig von dem Drehverhalten des jeweiligen Rades. Mit Hilfe der Elektronik der zu den Bremsanlagen gehörenden Regler werden dabei durch Auswertung der das Raddrehverhalten wiedergebenden Sensorsignale, ggf. unter Einbeziehung weiterer Informationen, die Ventil-Ansteuerzeiten errechnet. Aus der DE 38 09 100 A1 ist es auch bereits bekannt, dabei ein den Druck in den Radbremsen näherungsweise wiedergebendes Raddruckmodell zu berücksichtigen, das durch Messen und Auswerten der den Druck bestimmenden Größen, insbesondere der Ventil-Ansteuerzeiten, gebildet wird. In das Druckmodell werden dabei auch die Druckaufbau- und -abbaukennlinien der Radbremsen oder der gesamten Bremsanlage einbezogen. Zahlreiche andere Einflußgrößen, die den Druck in der Radbremse bestimmen, z. B. Ventiltotzeiten, hydraulische Speichereffekte, Pumpendrehzahl, gegenseitige hydraulische Beeinflussung der an dem gleichen Bremskreis angeschlossenen Radbremsen usw., können ebenfalls beim Bilden des Druckmodells berücksichtigt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, auf einfache Weise eine noch genauere Einstellung des geregelten Druckes in den einzelnen Radbremsen zu erreichen und dadurch die Regelung zu verbessern. Es wird eine möglichst weitgehende Einbeziehung der verschiedenartigen Einflußgrößen auf den geregelten Druck in den Radbremsen ohne nennenswerte Erhöhung des Aufwandes oder der Rechenzeiten angestrebt. Es sollten auch hydraulische Ausgleichsvorgänge, die in manchen Regelphasen, insbesondere bei der Antriebsschlupfregelung, und bei bestimmten Bremskreisaufteilungen den geregelten Druck in den Radbremsen erheblich beeinflussen können, erfaßt werden.

Es hat sich gezeigt, daß diese Aufgabe mit einer Schaltungsanordnung der eingangs genannten Art gelöst werden kann, deren Besonderheit darin besteht, daß Schaltkreise vorhanden sind, die den Sollbremsdruck in den Radbremsen der geregelten Räder in Abhängigkeit von dem Raddrehverhalten ermitteln, und daß in einem zweiten, untergeordneten Regelkreis der Sollbrems-

druck mit dem Istbremsdruck oder einem dem Istbremsdruck angenäherten Wert verglichen, die Differenz zwischen dem Soll- und dem Istbremsdruck bzw. dem dem Istbremsdruck angenäherten Wert bestimmt und die Signale zur Ansteuerung der den geregelten Rädern zugeordneten Hydraulikventile in Abhängigkeit von der Bremsdruckdifferenz erzeugt werden.

Erfindungsgemäß wird also die erstrebte Verbesserung der Druckregelung in den Radbremsen auf sehr einfache Weise durch Einfügung eines untergeordneten Regelkreises erreicht, der den Istdruck in den Radbremsen oder ein dem Istdruck angenäherten Wert ständig in die Regelung einbezieht.

Nach einem besonders vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung wird der dem Istdruck in den einzelnen Radbremsen angenäherte Wert durch Bildung eines Raddruckmodells ermittelt. Dadurch läßt sich ohne Messung des Druckes eine gute Annäherung erreichen. Die Höhe des Istdruckes ist u. a. von den Ventil-Ansteuerzeiten des jeweiligen Rades und auch der Ventil-Ansteuerzeiten der anderen am gleichen Bremskreis angeschlossenen Radbremsen abhängig. Dadurch lassen sich insbesondere die bei einer Antriebsschlupfregelung und Schwarz/Weiß-Aufteilung der Bremskreise auftretenden, durch Druckausgleichsvorgänge, die später anhand des im Detail beschriebenen Ausführungsbeispiels erläutert werden, hervorgerufene Schwierigkeiten überwinden.

Weitere druckbestimmende Größen, die erfindungsgemäß zur Bildung des Raddruckmodells zusätzlich herangezogen werden können, sind die Bremsdruckaufbau- und -abbaukennlinien der Radbremsen und des gesamten Bremssystems, der Anfangsdruck beim Einsetzen der Regelung, Bremsbetätigungssignale, Ansteuersignale für eine Hydraulikpumpe im Hilfsdruckversorgungssystem der Bremsanlage usw.

In den beigefügten Unteransprüchen sind noch andere vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben.

Weitere Einzelheiten der Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der beigefügten Abbildungen hervor. Es zeigen

Fig. 1 in schematischer Darstellung die wesentlichen hydraulischen und elektrischen Komponenten einer Bremsanlage mit Blockierschutz- und Antriebsschlupfregelung, bei der die Erfindung zur Anwendung kommt,

Fig. 2 in schematischer Darstellung den zweiten, untergeordneten Regelkreis der Schaltungsanordnung nach der Erfindung und

Fig. 3 im Diagramm die Ventil-Ansteuersignale und den Druckverlauf in den Radbremsen während eines Antriebsschlupfregelungsvorganges.

Fig. 1 bezieht sich auf eine Bremsanlage, die zur Blockierschutzregelung (ABS) und Antriebsschlupfregelung durch Bremseneingriff (BASR) geeignet ist und zu einem Fahrzeug mit Hinterradantrieb gehört. Die Bremsanlage ist zweikreisig. An einen Bremskreis I sind die beiden Vorderräder VL, VR, an den anderen Bremskreis II die beiden Hinterräder HL, HR angeschlossen. Es handelt sich um eine sogen. "Schwarz/Weiß"-Bremskreisaufteilung, bei der insbesondere im Antriebsschlupfregelungs-Modus eine unerwünschte gegenseitige hydraulische Beeinflussung der geregelten Räder eintreten kann; hierfür wird später ein Beispiel beschrieben.

Die Bremsanlage besteht nach Fig. 1 aus einem pedalbetätigten Tandem-Hauptzylinder 1 mit einem vorgeschalteten Unterdruckverstärker 2. Jedem Rad ist ein

in der Ruhestellung auf Durchlaß geschaltetes Einlaßventil 3 bis 6 und ein in der Ruhestellung sperrendes Auslaßventil 7 bis 10 zugeordnet. Zur Rückförderung des über die Auslaßventile 7 bis 10 abfließenden Druckmittels ist eine mit einem gemeinsamen Elektromotor 11 angetriebene, zweikreisige Hydraulikpumpe 12 vorgesehen. Außerdem befindet sich in jedem Bremskreis ein Niederdruckspeicher 13, 14, der in bekannter Weise in der Anfangsphase einer Blockierschutzregelung Druckmittel aufnimmt.

Zur Antriebsschlupfregelung muß eine Bremsdruckeinstellung in die angetriebenen Hinterräder HL, HR auch dann möglich sein, wenn kein Druck in dem Hauptzylinder 1 — herrscht. Aus diesem Grund ist ein in der Ruhestellung offenes, auf Sperren umschaltbares Trennventil 15 in den vom Hauptzylinder 1 zu den Hinterradbremmen führenden Druckmittelweg eingefügt. Über ein hydraulisch betätigbares 2/2-Wegeventil 16, das bei Druckbeaufschlagung und folglich bei Bremsenbetätigung den Druckmittelweg unterbricht, wird im ASR-Betrieb bei Bedarf Druckmittel aus dem Hauptzylinder 1 nachgeliefert.

Im Anschlußweg der Vorderräder VL, VR entfällt die Einfügung eines Trennventils, weil die Radbremsen der nicht angetriebenen Räder im ASR-Betrieb drucklos bleiben.

Das Drehverhalten der einzelnen Räder wird bei der Bremsanlage nach Fig. 1 mit Hilfe von Radsensoren S1 bis S4 ermittelt und in der Elektronik eines elektronischen Reglers 17 ausgewertet. Mit E sind die Eingänge des Reglers 17, mit A die Ausgänge des Reglers 17 bezeichnet. Die Ausgänge A sind über nicht dargestellte Signalleitungen mit den Spulen der einzelnen elektrisch betätigbaren Hydraulikventile 3 bis 10 und 15 und mit einer ebenfalls nicht dargestellten Ansteuerung des elektrischen Pumpenmotors 11 verbunden.

Zur Begrenzung des Druckes im ASR-Betrieb auf einen vorgegebenen Maximalwert ist ein Überdruckventil Ü vorgesehen.

Während eines ASR-Betriebes tritt der Fall ein, daß zunächst nur Bremsdruck in eines der beiden angetriebenen Räder, beispielsweise über das Einlaßventil 3 in die Radbremse des linken Hinterrades HL, eingesteuert werden muß.

Das Einlaßventil 4 des rechten Hinterrades HR wird in dieser Phase geschlossen. Wenn nachfolgend ein Druckaufbau auch in der Radbremse des zunächst noch drucklosen rechten Hinterrades HR notwendig wird, so daß das Einlaßventil 4 auf Durchlaß zurückgeschaltet werden muß, findet ein unerwünschter Druckausgleich über das Rückschlagventil 18 statt. Der Druckeinbruch in der Radbremse des linken Hinterrades HL kann durch Ansteuerung des Einlaßventiles 3 ausgeglichen werden.

Fig. 2 dient zur Veranschaulichung der Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Regelkreises, der Bestandteil der im Regler 17 enthaltenen Elektronik bzw. des Reglerprogrammes ist. Mit 19, 20 ist der Teil der Reglerlogik bzw. des Reglerprogrammes symbolisiert, mit dem aus den Eingangsinformationen, vor allen aus den mit Hilfe der Sensoren 51 bis 54 gewonnenen Informationen, die Bremsdrucksteuersignale gewonnen werden. Erfindungsgemäß wird mit Hilfe der Logik 19 und eines anschließenden Schaltkreises 20 der Bremsdruck P_{Soll} errechnet, der nach Auswertung der Eingangsinformationen in der Radbremse des jeweiligen Rades herrschen soll. Dieser Solldruck P_{Soll} wird in einem Subtrahierer 21 mit einem Istdruck oder einem dem Istdruck angenäher-

ten Wert P_{MOD} verglichen. Aus der Differenz $\Delta P = P_{\text{Soll}} - P_{\text{MOD}}$ werden dann in einer Ventilansteuerung 22 die Signale VS1 zur Ansteuerung des Einlaßventils und des Auslaßventils des zugehörigen geregelten Rades errechnet. Das zugehörige Einlaß-/Auslaßventilpaar, z. B. 3, 7 oder 4, 8; 5, 9; 6, 10 ist in Fig. 2 mit 23 symbolisiert.

Der Istbremsdruck bzw. der dem Istdruck angenäherte Wert P_{MOD} wird in dem Ausführungsbeispiel der Erfindung nach Fig. 2 durch Bildung eines sogen. Raddruckmodells RDM mit Hilfe der Schaltung oder des Programmteils 24 abgeleitet. Als Eingangsgrößen zur Bildung des Raddruckmodells RDM werden vor allem die Ventilansteuersignale VS1 des dem jeweiligen Rad zugeordneten Einlaß-/Auslaßventilpaares, jedoch auch die Ansteuersignale (VS2) anderer Radventile und des Trennventils 15, über das ebenfalls Druck abgebaut werden kann. Beispielsweise können bei einer Schwarz/Weiß-Aufteilung der Bremskreise, wie in dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1, sämtliche an einen gemeinsamen Bremskreis angeschlossenen Ventile einen Beitrag zu dem Raddruckmodell RDM eines bestimmten Rades liefern. Deutlich wird dies in dem bereits erwähnten Beispiel einer Antriebsschlupfregelung, bei dem eine gegenseitige hydraulische Beeinflussung der Bremsdrücke an den geregelten Rädern auftreten kann. Fig. 3 zeigt ein solches Beispiel.

Bei der Bildung des Raddruckmodelles, das den dem Istdruck angenäherten Druck P_{MOD} für das jeweilige Rad liefert, sind jedoch außer den Ventilansteuerzeiten noch die Druckaufbau- und -abbaukennlinien der Radbremsen, die Kennlinien des gesamten Bremsensystems, die Charakteristik und Einschaltzeiten der Hydraulikpumpe, der Anfangsdruck beim Einsetzen der Regelung, der Regelmodus — ABS, ASR oder Stabilitätsregelung — und andere Einflußgrößen zu berücksichtigen. In Fig. 2 sind durch die Pfeile VS1 (Ventilsignal 1), VS2, Pumpensignal HP usw. angedeutet, daß zur Bildung des Raddruckmodells Informationen bzw. Signale unterschiedlichster Art herangezogen werden können.

Fig. 3 zeigt als Beispiel den Verlauf eines Einlaßventil-Signals EVS1 und des zugehörigen Raddruckes $PRAD1$ sowie des Einlaßventil-Signals EVS2 und des zugehörigen Raddruckes $PRAD2$ während eines Antriebsschlupfregelungsvorganges. EVS1 dient hier zur Ansteuerung des Ventils 3 nach Fig. 1, EVS2 zur Ansteuerung des Einlaßventils 4. RAD1 ist in diesem Beispiel das linke Hinterrad HL, RAD2 das rechte Hinterrad HR. Zum Zeitpunkt t_1 wird zur Antriebsschlupfregelung für eine bestimmte Zeitspanne das Einlaßventil 3 angesteuert und dadurch Bremsdruck im Hinterrad HL aufgebaut. Der Bremsdruck wird durch die beim Einsetzen des ASR-Betriebes angeschaltete Hydraulikpumpe 11, 12 erzeugt, wobei das Trennventil 15 den Druckmittelweg zum Hauptzylinder 1 unterbricht. Zum Zeitpunkt t_2 wird durch einen weiteren Druckaufbaupuls bzw. durch erneutes Ansteuern des Einlaßventiles 3 der Druck am Hinterrad HL erhöht. Das rechte Hinterrad HR ist zunächst noch drucklos; zum Beginn des ASR-Betriebes wurde das Einlaßventil 4 umgeschaltet.

Zum Zeitpunkt t_3 wird nun jedoch auch eine Bremsbetätigung am rechten Hinterrad HR erforderlich. Das Einlaßventil 4 wird daher zum Zeitpunkt t_3 für eine vorgegebene Zeitspanne auf Durchlaß zurückgeschaltet. Da die Fördermenge der Hydraulikpumpe 12 begrenzt ist, hat die Zuschaltung der Radbremse des rechten Hinterrades zum Zeitpunkt t_3 zur Folge, daß der Bremsdruck $PRAD1$ am linken Hinterrad HL über das dem Einlaßventil 3 parallel liegende Rückschlagventil 18

reduziert wird. Dieser unerwünschte Effekt wird durch das Raddruckmodell RDM (24) erfaßt. Durch erneute Ansteuerung des Einlaßventils 3 zum Zeitpunkt t_3 wird der Bremsdruck am linken Hinterrad HL wieder auf den vorherigen Wert aufgebaut.

Ein gleichartiger Bremsdruckeinbruch wiederholt sich in dem dargestellten Beispiel nach Fig. 3 zum Zeitpunkt t_9 , wiederum ausgelöst durch ein Ventilansteuersignal EVS2 und die dadurch erreichte Erhöhung des Bremsdruckes PRAD2 am rechten Hinterrad HR.

Das Erkennen und Ausregeln von Druckeinbrüchen, die eine Folge der gegenseitigen hydraulischen Beeinflussung der an einen Bremskreis angeschlossenen Radbremsen sind, insbesondere bei einer Antriebsschlupfregelung — ist ein typisches Beispiel für die Verbesserung der Regelung durch den zweiten, untergeordneten Regelkreis gemäß der Erfindung. Eine Erfassung des Druckeinbruchs über die Reaktion des geregelten Rades wäre erheblich schwieriger und mit Verzögerungen verbunden.

Nach Fig. 3 können die Ventilsignale EVS1 und EVS2 drei Niveaus annehmen. Jedem Niveau entspricht ein Ventil-Schaltzustand bzw. eine Schaltposition. Es sind dies die Ventil-Schaltpositionen "K", d. h. Druck konstant; "AUF", d. h. Druckaufbau, und "AB", d. h. Druckabbau. In der Ausführungsart der Erfindung nach Fig. 1 wird die Konstanthaltung durch das gleichzeitige Schließen des Einlaß- und des Auslaßventils, Druckaufbau durch die dargestellte Grundstellung der Ventile und Druckabbau durch Öffnen des Auslaßventils bei gleichzeitigem Schließen des Einlaßventils erreicht. Mit einem bekannten Drei-Stellungsventil anstelle der 2/2-Wegeventile nach Fig. 1 könnte die gewünschte Bremsdruckmodulation ebenfalls realisiert werden.

In den beiden Diagrammen in Fig. 3, die den Druckverlauf PRAD1, PRAD2 zeigen, ist gestrichelt der errechnete Druck-Sollwert P_{Soll} , mit durchgezogener Linie der Istwert bzw. der dem Istwert angenäherte Druckwert P_{MOD} dargestellt. Die Differenzen zwischen P_{Soll} und P_{MOD} sind zum einen bedingt durch die Ventil- oder Systemkennlinien, die Änderungen nur mit endlicher Geschwindigkeit zulassen. Zum anderen fallen die Differenzen zwischen P_{Soll} und P_{MOD} zu den Zeitpunkten t_3, t_6 und t_9 auf, die durch die beschriebene hydraulische Kopplung der an einem Bremskreis angeschlossenen Bremsen, verursacht werden. Im vorliegenden Fall findet zum Zeitpunkt t_3 und t_9 ein Druckmittelfluß von der Radbremse des linken Hinterrades über das Rückschlagventil 18 zum rechten Vorderrad hin statt. Zum Zeitpunkt t_6 erfolgt ein kurzzeitiger Druckausgleich über das dem Einlaßventil 4 parallel liegende Rückschlagventil 18'.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung für eine Bremsanlage mit elektronischer Regelung, insbesondere mit Blockierschutz-, Antriebsschlupf- oder Fahrstabilitätsregelung, mit Sensoren zur Ermittlung des Raddrehverhaltens und mit einer elektronischen Schaltung zur Auswertung der Sensorsignale und zur Erzeugung von Bremsdruck-Steuersignalen, die elektrisch betätigbaren Hydraulikventilen zugeführt werden und mit denen der Bremsdruck in den Radbremsen in Abhängigkeit von dem Raddrehverhalten gesteuert wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß Schaltkreise (20) vorhanden sind, die den Sollbremsdruck (P_{Soll}) in den Radbremsen der gere-

gelten Räder in Abhängigkeit von dem Raddrehverhalten ermitteln, und daß in einem zweiten, untergeordneten Regelkreis (21, 22, 24) der Sollbremsdruck (P_{Soll}) mit dem Istbremsdruck oder einem dem Istbremsdruck angenäherten Wert (P_{MOD}) verglichen, die Differenz (ΔP) zwischen dem Soll- und dem Istbremsdruck bzw. dem dem Istbremsdruck angenäherten Wert bestimmt und die Signale zur Ansteuerung der den geregelten Rädern zugeordneten Hydraulikventile in Abhängigkeit von der Bremsdruckdifferenz (ΔP) erzeugt werden.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der dem Istbremsdruck in den einzelnen Radbremsen angenäherte Wert (P_{MOD}) durch Bildung eines Raddruckmodells (RDM, 24) ermittelt wird.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung des Raddruckmodells (RDM, 24) die den Bremsdruck in der jeweiligen Radbremse bestimmenden Größen, zu denen die Hydraulikventil-Ansteuersignale (VS1, VS2) des betreffenden und der übrigen, an dem gleichen Bremskreis angeschlossenen Radbremsen gehören, ausgewertet werden.

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß als den Druck bestimmende Größen die Bremsdruckabbau- und -aufbaukennlinien der Radbremsen und des gesamten Bremssystems, der Anfangsdruck beim Einsetzen der Regelung, Bremsbetätigungssignale, Ansteuersignale einer Hydraulikpumpe im Hilfsdruckversorgungssystem der Bremsanlage, und zwar alle oder einige der vorgenannten Größen, berücksichtigt werden.

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Anfangsdruck beim Einsetzen der Regelung aus der Fahrzeug- und/oder aus der Radbeschleunigung unter Berücksichtigung der Bremskraft- oder Achslastverteilung ermittelt wird.

6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung des Anfangsdruckes die Zeitspanne zwischen dem Betätigen der Bremse und dem Einsetzen der Regelung ausgewertet wird.

7. Schaltungsanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß diese für eine Bremsanlage mit Antriebsschlupfregelung durch Bremseneingriff (BASR) vorgesehen ist, die zwei hydraulisch getrennte Bremskreise (1, 11) aufweist, an die jeweils die Radbremsen der beiden Räder einer Achse (VL, VR; HR, HL) angeschlossen sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

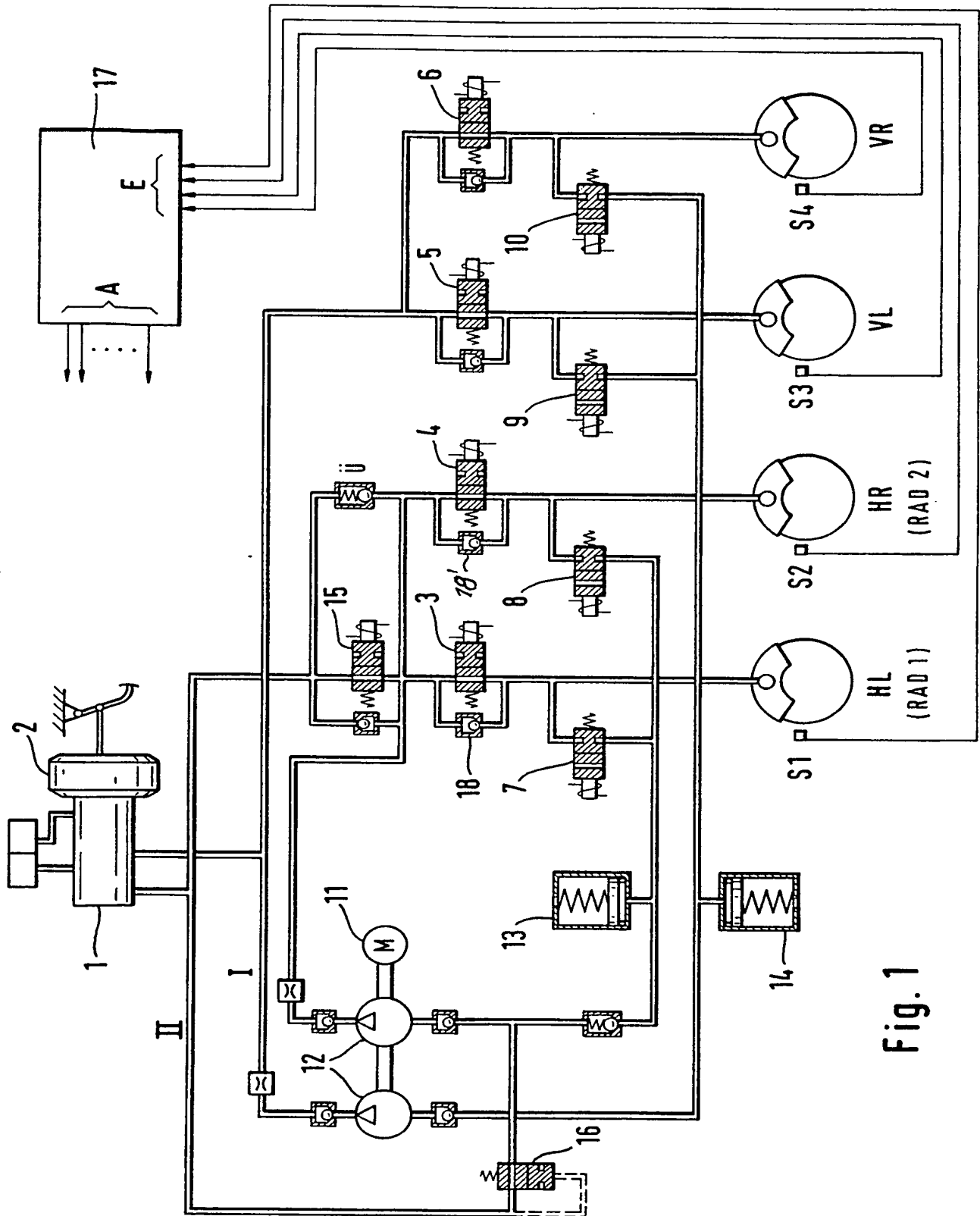


Fig. 1

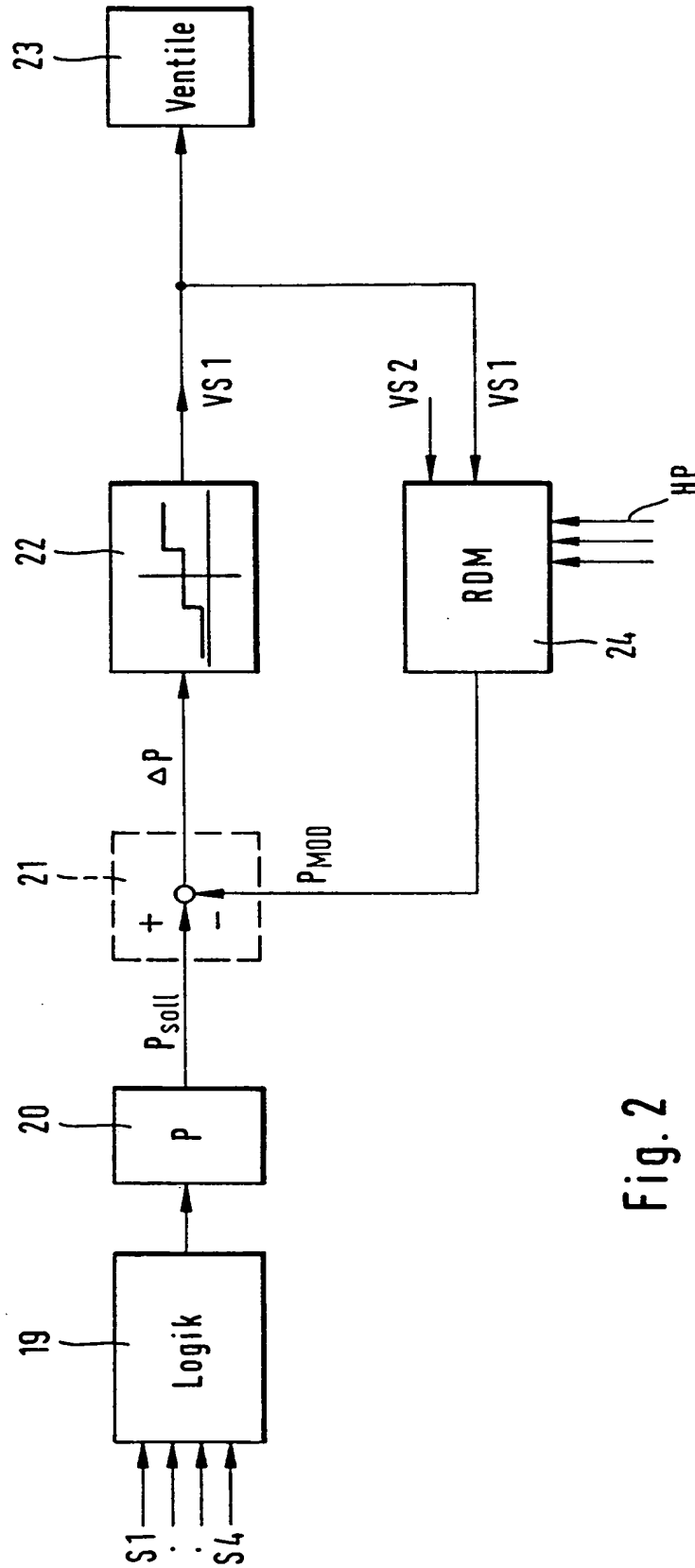


Fig. 2

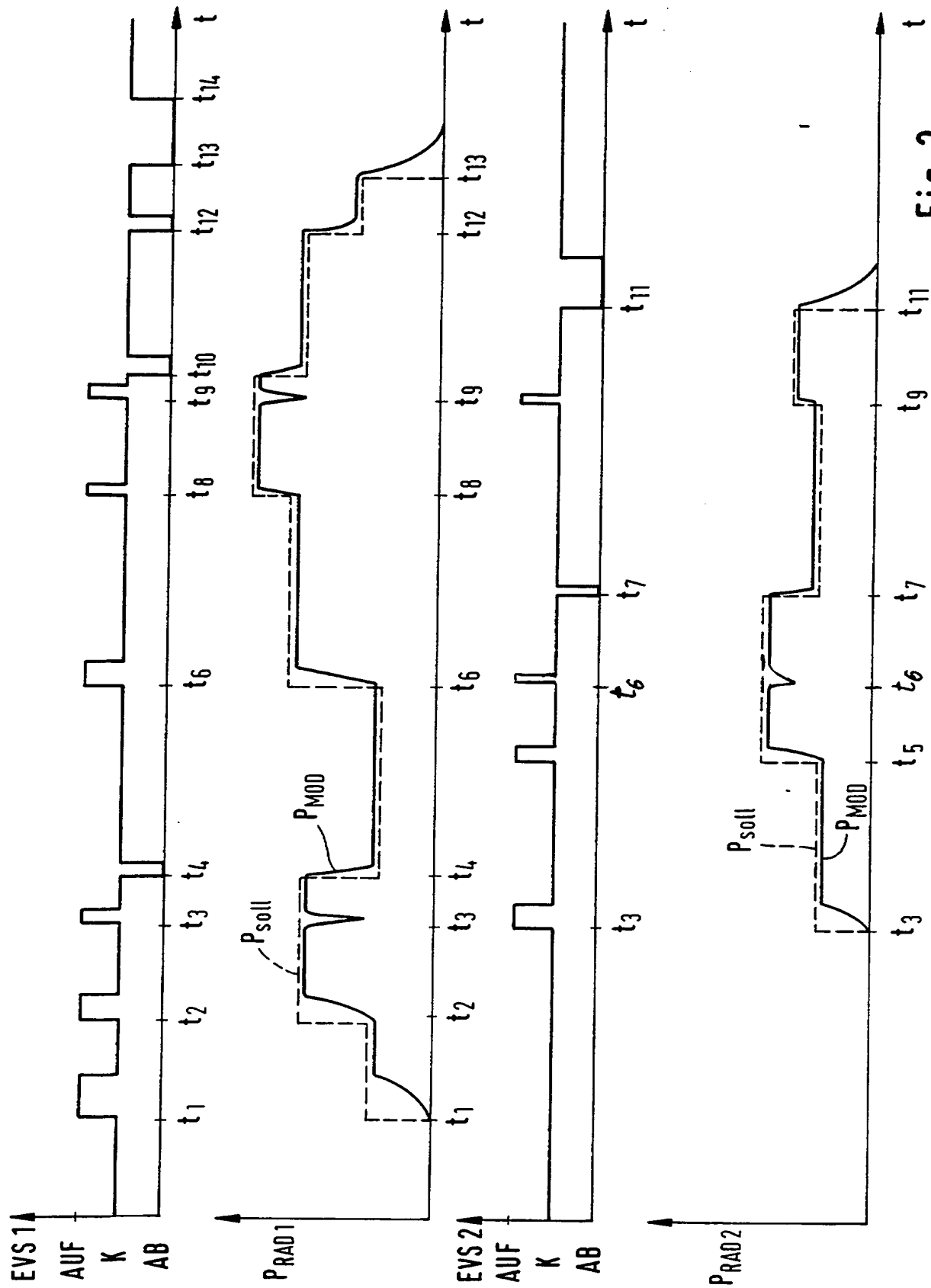


Fig. 3